



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Факультет информатики и информационных технологий*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Кафедра информатики и информационных технологий

Образовательная программа

03.03.02 – Физика

Профили подготовки:

Фундаментальная физика, Медицинская физика

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Форма обучения:

Очная

Статус дисциплины:

Базовая

Махачкала, 2018 год

Рабочая программа дисциплины составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02– Физика, профили подготовки: фундаментальная физика, медицинская физика (уровень: бакалавриат)

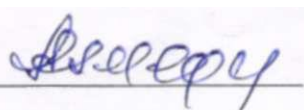
От « 07 » 08 2014 г. № 937

Разработчик (и): кафедра информатики и информационных технологий, Иминов К.О., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры информатики и информационных технологий от « 24 » июня 2018 г., протокол № 11

Зав. кафедрой



Ахмедов С. А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 28 » 06 2018 г., протокол № 10.

Председатель



Мурлиева Ж. Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением  
« 2 » июля 2018 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» входит в базовую, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой информатики и информационных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численными методами алгебры, численными методами анализа, обработки экспериментальных данных, математического моделирования и программирования.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций ОПК-4, ОПК-5 и профессиональных компетенций ПК-4, ПК-5 выпускника.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля: текущий контроль успеваемости в форме приема заданий или контрольной работы и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Се мес тр	Об щи й объ ем	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуто чной аттестации (зачет, дифферен цированны й зачет, экзамен)
		в том числе							
		Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		Все го	из них						
Лек ции	Лабора торн ые занят ия		Практиче ские занятия	КСР	консу льтац ии				
3, 4	144	72	36		36			72	зачет

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» имеет своей целью:

- получение студентами общих и специальных знаний в области численных методов и программирования,
- систематизация знаний о возможностях и особенностях применения математического моделирования реальных физических объектов и процессов,

- освоение алгоритмов приближенного, графического и численного решения задач,
- выработка практических навыков составления программ, реализующих эти алгоритмы,
- представление о возможностях использования математических методов в естествознании и умения качественно и количественно анализировать ситуации,
- знание методов, средств и инструментов постановки и выполнения вычислительного эксперимента,
- умение использовать электронные образовательные ресурсы для обработки экспериментальных данных из различных предметных областей на персональном компьютере.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата**

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» входит в «Математический и естественно-научный цикл» базовой части ООП бакалавриата по направлению 03.03.02 – физика. Настоящий учебный курс является неотъемлемой частью единого комплекса обучения студентов применению современных компьютеров для решения физических задач.

В условиях интенсивного научно-технического прогресса и требования резкого повышения уровня естественнонаучного образования требует изучение численного моделирования на ЭВМ, которое в последние десятилетия широко используется во всех областях деятельности человека, где оно стало серьезным фактором прогресса. Моделирование позволяет получить обширную научную информацию о сложных объектах общей физики, квантовой физики и астрофизики. Кроме этого, моделирование на ЭВМ позволяет значительно облегчить обработку экспериментальных результатов, связанных с решением сложных уравнений, не имеющих решений в виде простых аналитических функций. Постоянное оперирование моделями при изучении физики вырабатывает способность к абстрактному мышлению, выделению в том или ином явлении главного, а широкое применение математического аппарата приучает к строгому научному методу. Поэтому обучение студентов численным методам и моделированию становится обязательным.

Настоящий курс предназначен для обучения студентов численным методам, моделированию задач и решению их на компьютере с помощью программирования. Курс состоит из лекций и практических занятий. Теоретический материал, который дается на лекциях и программы, составляемые на практических занятиях взаимосвязаны. Поэтому для полного усвоения курса необходимо разобрать теоретический материал и выполнить все задания.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

Уровень «знать»:

- работа персонального компьютера на пользовательском уровне;
- основные понятия и методы линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления;
- основные понятия и конструкции языка программирования Турбо-Паскаль;
- основные архитектурные решения и парадигмы обработки информации.

Уровень «уметь»:

- составлять и решать задачи по линейной алгебре, по дискретной математике, дифференцировать и интегрировать;
- проектировать и реализовывать программы на одном из языков программирования;
- составлять и отлаживать программы на языках программирования высокого уровня;
- менять исходные данные и соответственно базовые модели к созданию программ.

Дисциплины, следующие по учебному плану:

- Компьютерное моделирование в физике;
- Статистические методы обработки экспериментальных результатов;
- Научно-исследовательская работа;
- Итоговая государственная аттестация.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).**

В результате освоения данной дисциплины обучающийся демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-4	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать	<b>Знать:</b> роль и значение информации в развитии и становлении современного общества; мировые тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий;

	основные требования информационной безопасности	<p>возможности вычислительной техники, особенности ее работы и угрозы возникающие при ее работе; основные подходы к организации процесса разработки информационных технологий в науке и образовании;</p> <p><b>Уметь:</b> своевременно выявлять и оценивать угрозы возникающие в информационных сетях; обеспечивать защиту информации, соблюдать основные требования информационной безопасности</p> <p><b>Владеть:</b> принципами кодирования и защиты информации на различных уровнях;</p>
ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	<p><b>Знать:</b> основные законы и свойства информации, как философской категории; основные архитектурные решения и парадигмы обработки и представления информации; основные российские и международные стандарты и рекомендации работы с данными и информацией; перспективы развития средств вычислительной техники и обработки данных.</p> <p><b>Уметь:</b> строить информационные и программные модели обработки информации; строить сетевые и распределенные модели обработки данных</p> <p><b>Владеть:</b> принципами технологий открытых систем;</p>
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при	<p><b>Знать:</b> основы современных информационно-коммуникационных технологий сбора, обработки и предоставления информации;</p> <p><b>Уметь:</b></p>

	<p>освоении профильных физических дисциплин</p>	<p>использовать информационно-коммуникационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для анализа, разработки и управления проектом</p> <p><b>Владеть:</b>  приемами и методами программирования вычислительных процессов; базовыми программными методами защиты информации при работе с компьютерными системами и организационными мерами и приемами антивирусной защиты.</p>
<p>ПК-5</p>	<p>способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований</p>	<p><b>Знать:</b>  численные методы решения различных математических, физических, экономических, технических и других задач; основные способы математической обработки информации;</p> <p><b>Уметь:</b>  строить математические модели для решения реальных задач, подбирать наиболее подходящие методы численного решения построенных модельных задач, разрабатывать алгоритмы решения, на основании алгоритмов составлять программы на ТР и решать задачи на компьютере;</p> <p><b>Владеть:</b>  методами построения моделей физических систем; основными методами математической обработки информации; навыками работы с программными средствами общего и профессионального назначения;</p>





Модуль 1. (Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Теоретические основы численных методов)							
1	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент в физике	3	1	2	2	4	Подготовка рефератов (докладов, сообщений и информационных материалов т.п.).
2	Общая схема и методы численного решения нелинейного уравнения на ЭВМ.	3	3,5	4	4	8	к/р, тестовый контроль, устный опрос
3	Методы и алгоритмы численного решения систем линейных алгебраических уравнений	3	7,9,11	6	6	10	к/р, тестовый контроль, устный и письменный опросы,
4	Полиномиальная интерполяция и методы нахождения приближающей функции	3	13,15	4	4	10	Подготовка рефератов (докладов, сообщений и информационных материалов т.п.). Контрольная работа
<i>Итого по модулю 1:</i>				16	16	34	
Модуль 2. (Численное дифференцирование и интегрирование. Методы численного решения ДУ)							
5	Численное дифференцирование и интегрирование. Вычисление многомерных интегралов методом Монте-Карло	4	1,3,5	8	8	12	практические задания, к/р, тестовый контроль, устный и письменный опросы, доклады по темам
6	Математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Методы численного решения ОДУ	4	7,9	4	6	12	практические задания, к/р, тестовый контроль, устный и письменный опросы, доклады по темам
7	Сеточные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	4	11,13	4	4	9	Подготовка рефератов (докладов, сообщений и информационных материалов т.п.). Контрольная работа

8	Методы обработки экспериментальных данных.	4	15,1 6	4	2	7	Подготовка докладов, сообщений и информационных материалов т.п.. Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>			20	20	38	
	<b>Итого:</b>			36	36	72	зачет

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### Модуль 1

##### 1. Введение.

Численное моделирование его место и роль в современной фундаментальной и прикладной науке. Этапы решения задачи с использованием ЭВМ (постановка задачи и построения материалистической модели, подбор численного метода и разработка алгоритма решения, составление программы и исполнение программы на ЭВМ). Лабораторный и вычислительный эксперименты и их сравнение. Особенности выполнения вычислений на ЭВМ. Диапазон и точность представления чисел. Ошибки округления. Абсолютная и относительная погрешности результатов основных арифметических операций. Накопление ошибок. Общая погрешность решения задачи на ЭВМ. Устойчивость вычислительных алгоритмов.

##### 2. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений.

Постановка задачи. Общая схема решения нелинейного уравнения на ЭВМ. Отделение корней (графический способ, использование ЭВМ). Метод итераций, метод Ньютона, метод половинного деления. Условия применимости, скорость сходимости к решению и оценка погрешности этих методов. Обобщение метода Ньютона на случай системы нелинейных уравнений.

##### 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

Общие сведения. Определители и действия над ними. Вычисление собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы с помощью преобразования подобия. Прямые методы: метод Крамера, метод Гаусса и его модификации; итерационные методы: метод простой итерации и метод Зейделя. Условия сходимости итерационного процесса. Практическая схема решения линейных уравнений методом итерации.

#### 4. Интерполирование функций.

Интерполяция таблично заданной функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Факторы, определяющие точность интерполяции. Конечные разности. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Сплайны их свойства, интерполяция сплайнами. Построение кубического интерполяционного сплайна. Погрешность интерполирования.

### Модуль 2

#### 5. Численное дифференцирование и интегрирование.

Постановка задачи численного дифференцирования. Методы численного дифференцирования на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона. Суммарная погрешность ее составляющие и оценка погрешности производной. Способы уменьшения погрешности дифференцирования. Приближенное вычисление определенных интегралов. Общая структура интерполяционной квадратурной формулы. Классические методы численного интегрирования: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка точности этих методов. Метод Монте – Карло. Вычисление многомерных интегралов методом Монте - Карло. Оценка погрешности метода Монте - Карло.

#### 6. Численное решение дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера и численное решение уравнения теплопроводности. Метод Эйлера-Крамера и численное решение уравнения движение с учетом сопротивления воздуха. Сеточные методы и решение дифференциальных уравнений в частных производных. Метод Рунге-Кутты и решение системы, состоящей из дифференциальных уравнений. Оценка погрешности этих методов.

#### 7. Методы обработки экспериментальных данных.

Метод наименьших квадратов. Линейная и квадратичная регрессия. Нахождение приближающейся функции в виде элементарных функций (степенная функция, показательная функция, логарифмическая функция и др.). Элементы математической статистики. Распределения. Точные и интервальные оценки.

## Темы практических (семинарских) занятий

### Модуль 1.

- Этапы решения задачи с использованием ЭВМ. Примеры.
- Диапазон и точность представления чисел на ЭВМ. Абсолютная и относительная погрешности.
- Отделение корней (графический способ, использование ЭВМ, программа).

- Алгоритмы метода итераций, метода Ньютона, метода половинного деления и программы на ТР.
- Решение систем методом Гаусса, алгоритм метода и программа на ТР.
- Решение систем методом Крамера, алгоритм метода и программа на ТР.
- Решение систем методом итераций, алгоритм метода и программа на ТР.
- Решение систем методом Зейделя, алгоритм метода и программа на ТР.
- Нахождение приближающей функции с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа блок-схема и программа на ТР.
- Нахождение приближающей функции с помощью первой и второй интерполяционной формулы Ньютона. Примеры.
- Нахождение приближающей функции с помощью кубических сплайнов. Примеры.

## **Модуль 2.**

- Примеры численного дифференцирования на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона.
- Классические методы численного интегрирования примеры, блок-схемы и программы на ТР.
- Вычисление многомерных интегралов методом Монте – Карло примеры, блок-схема и программа на ТР.
- Решение уравнения теплопроводности методом Эйлера алгоритм и программа на ТР.
- Решение уравнения движения методом Эйлера-Крамера алгоритм и программа на ТР.
- Решение уравнения Пуассона сеточным методом алгоритм и программа на ТР.
- Примеры решения систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты
- Примеры обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов и построение приближающих функций

### **5. Образовательные технологии**

Рекомендуемые образовательные технологии: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и

развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 20% аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС с учетом специфики ООП). Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 60% аудиторных занятий (определяется соответствующим ФГОС)).

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

При проведении лекций для активизации восприятия и обратной связи практикуется устный опрос, позволяющий бакалаврам проявить свои интересы и эрудицию, что оценивается при выводе итоговой оценки на зачете. Устный опрос – специальный элемент диалогового изложения материала, при котором лектор время от времени задает вопросы студентам, апеллируя к ранее полученным знаниям, и дальнейшее повествование частично связывает с полученными ответами. Активность студентов оценивается, качество ответов будет учтено при выводе оценки на зачете.

Зачет проходит в устной форме в виде ответов на вопросы, при необходимости уточнить оценку используются контрольные вопросы в качестве дополнительных испытаний. Экзаменатор не ставит задачу каждому студенту дать билет с уникальными вопросами, более того, не играет в случайный выбор вопроса студентом. Выбор вопроса определяет лектор с учетом ранее проявленных студентом при устных опросах интересов, активности и эрудиции. Материал курса не предусматривает однозначных ответов на изученные вопросы, а более нацелен на сознательные, компетентные выводы из рассмотренного на лекциях и найденного самостоятельно материала.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка реферата (до 5 страниц), презентации и доклада (10-15 минут)
4. Подготовка к зачету

**Текущий контроль** успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лекции, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их

уровня восприятия. Это домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях.

**Промежуточный контроль.** Промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала.

**Итоговый контроль.** Зачет в конце 4 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение моделировать и решать задачи с помощью программирования на ПК. Зачет проходит в устной форме в виде ответов на билеты и, если понадобится, то на дополнительные контрольные вопросы. Результаты семестровой работы учитываются при сдаче итогового зачета.

### **Вопросы к итоговому контролю**

#### **Модуль 1.**

1. Основные направления использования компьютеров в науке. Вычислительный эксперимент.
2. Виды, цели и особенности математического моделирования.
3. Численное моделирование и этапы решения задачи на ЭВМ.
4. Виды погрешностей из которых складывается общая погрешность решения задачи на ЭВМ.
5. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности.
6. Диапазон и точность представления чисел. Машинный нуль. Ошибки округления.
7. Накопление ошибок и устойчивость вычислительных алгоритмов.
8. Графическое отделение корней нелинейного уравнения с одной переменной.
9. Отделение корней нелинейного уравнения с помощью ЭВМ. Блок схема программы.
10. Метод простой итерации. Блок схема и программа.
11. Метод половинного деления. Блок схема и программа.
12. Метод Ньютона. Блок схема и программа.
13. Система линейных алгебраических уравнений, ее матричная запись и решение.
14. Вычисление собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы.
15. Решение системы уравнений методом Гаусса, алгоритм решения, пример.
16. Решение системы уравнений методом Крамера, алгоритм решения, пример.
17. Решение системы уравнений методом итерации, алгоритм решения, пример.
18. Решение системы уравнений методом Зейделя, алгоритм решения, пример.
19. Интерполирование функций. Нахождение приближающей функции в виде многочлена степени  $n$ .
20. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Пример. Алгоритм и блок схема.

21. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона.
22. Интерполяция сплайнами. Кубические сплайны.

## **Модуль 2.**

23. Методы численного дифференцирования на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона.
24. Порядок точности и способы уменьшения погрешности дифференцирования.
25. Классические методы численного интегрирования. Общая структура интерполяционной квадратурной формулы.
26. Метод трапеций. Пример и программа. Оценка погрешности.
27. Метод Симпсона. Пример и программа. Оценка погрешности.
28. Вычисление интегралов методом Монте-Карло. Оценка погрешности.
29. Вычисление  $M, X, Y$  и  $I_z$  плоского диска методом Монте-Карло.
30. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
31. Алгоритм решения дифференциальных уравнений. Локальная и глобальная погрешности.
32. Алгоритм Эйлера и численное решение уравнения теплопроводности.
33. Метод средней точки и метод полушага их алгоритмы и особенности.
34. Алгоритмы методов Верле, Бимана и Шофильда. Их преимущества.
35. Численное решение системы из дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.
36. Сеточные методы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных.
37. Неоднородное уравнение Пуассона и алгоритм его численного решения.
38. Основные причины отклонения точного решения дифференциальных уравнений от численного решения.
39. Методы обработки экспериментальных данных.
40. Метод наименьших квадратов и нахождение значений параметров приближающей функции в общем виде.
41. Построение приближающей функции для зависимости заданной в виде таблицы.
42. Нахождение приближающей функции в виде  $F(x,a,b) = ax+b$  и  $F(x,a,m) = ax^m$ .

## **Темы для самостоятельного изучения (рефераты):**

- Применение компьютеров в науке.
- Особенности выполнения вычислений на ЭВМ. Ошибки округления.
- Условия применимости, скорость сходимости к решению и оценка погрешности методов.
- Определители и действия над ними.
- Вычисление собственных значений и собственных векторов симметричной матрицы с помощью преобразования подобия.
- Факторы, определяющие точность интерполяции. Конечные разности.

- Оценка погрешности производной и способы уменьшения погрешности дифференцирования
- Оценка погрешности метода Монте - Карло.
- Алгоритмы методов серединной точки, полушага, Верле.
- Линейная и квадратичная регрессия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-4	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности	<b>Знать:</b> роль и значение информации в развитии и становлении современного общества; мировые тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий; возможности вычислительной техники, особенности ее работы и угрозы возникающие при ее работе; основные подходы к организации процесса разработки информации-онных технологий в науке и образо-вании; <b>Уметь:</b> своевременно выявлять и оценивать угрозы возникающие в информации-онных сетях; обеспечивать защиту информации, соблюдать основные требования информационной безопасности <b>Владеть:</b> принципами кодирования и защиты информации на различных уровнях;	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения,	<b>Знать:</b> основные законы и свойства информации, как философской категории; основные архитектурные решения и парадигмы обработки и представления информации;	Устный опрос, письменный опрос



	переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	основные российские и международные стандарты и рекомендации работы с данными и информацией; перспективы развития средств вычислительной техники и обработки данных. <b>Уметь:</b> строить информационные и программные модели обработки информации; строить сетевые и распределенные модели обработки данных <b>Владеть:</b> принципами технологий открытых систем;	
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<b>Знать:</b> основы современных информационно-коммуникационных технологий сбора, обработки и предоставления информации; <b>Уметь:</b> использовать информационно-коммуникационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для анализа, разработки и управления проектом <b>Владеть:</b> приемами и методами программирования вычислительных процессов; базовыми программными методами защиты информации при работе с компьютерными системами и организационными мерами и приемами антивирусной защиты.	Устный опрос, письменный опрос
ПК-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	<b>Знать:</b> численные методы решения различных математических, физических, технических и других задач; основные способы математической обработки информации; <b>Уметь:</b> строить математические модели для решения реальных задач, подбирать наиболее подходящие методы численного решения построенных модельных задач, разрабатывать алгоритмы решения, на основании	Устный опрос, письменный опрос

		алгоритмов составлять программы на ТР и решать задачи на компьютере; <b>Владеть:</b> методами построения моделей физических систем; основными методами математической обработки информации; навыками работы с программными средствами общего и профессионального назначения;	
--	--	--	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Бакалавриат формирует пороговый и базовый уровни компетенции. Компетенции не являются непосредственными элементами содержания учебной дисциплины, поэтому оценка их формирования выполняется как экспертное представление преподавателя приблизительно по ниже представленным схемам формулировок.

### ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, созавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о роли информации в развитии современного общества	Ознакомлен с возможностями ИТ и ЭВМ	Показывает знание примеров влияния информации на прогресс современного общества	Демонстрирует умение применять доступную информацию для решения поставленных задач
Базовый	Понимание угроз возникающих при широком применении ИТ и понятие информационной безопасности	Может обсуждать конкретные нормы и требования, предъявляемые к эксплуатации ЭВМ и безопасности информации	Может диагностировать возникающие угрозы и ошибки при широком применении ЭВМ	Умеет устранить отклонения от требований и норм, предъявляемых к эксплуатации современных ЭВМ.

### ОПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Владением методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о ценности знаний и зависимости ИТ-прогресса от непрерывного саморазвития специалистов.	Ознакомлен со статистическими данными и темпом роста объёмов информации и потенциала ИТ.	Показывает знание основных этапов в развитии методов представления знаний и средств обработки информации.	Демонстрирует готовность к усвоению нового материала.
Базовый	Понимание зависимости ИТ-прогресса от непрерывного саморазвития специалистов, требование которого входит в квалификационный стандарт на все ИТ-специальности.	Может реферировать рекомендованные материалы на заданную тему.	Показывает умение самостоятельно находить дополнительный материал на изучаемую тему.	Умеет упорядочить и систематизировать изучаемый материал.

#### ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о взаимосвязи различных физических дисциплин	Знаком с существующими взаимосвязями между различными физическими дисциплинами	Показывает знания взаимосвязей между различными физическими дисциплинами	Демонстрирует навыки успешного применения на практике знаний, полученных при освоении профильных физических дисциплин
Базовый	Представление об использовании	Может обсуждать существующие	Показывает умения	Умеет использовать на прак-

	знаний профильных дисциплин при математическом моделировании	взаимосвязи между различными физическими дисциплинами	применять знания по математике и физике при моделировании	тике при моделировании и численном решении задач знания, полученные при освоении профильных дисциплин
--	--	---	---	---

## ПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление использования современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Ознакомлен с использованием современных методов обработки физической информации в избранной области физических исследований	Показывает умения пользоваться современными методами обработки и анализа физической информации	Демонстрирует навыки успешного применения на практике современным и методами обработки, физической информации
Базовый	Представление об использовании численных методов для решения различных математических, физических, технических и других задач	Может обсуждать численные методы решения различных математических, физических, технических и других задач	Показывает умения строить математические модели для решения реальных задач, подбирать наиболее подходящие методы численного решения построенных модельных задач	Умеет пользоваться методами построения моделей физических систем; имеет навыки работы с программным и средствами общего и профессионального назначения

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

1. методика работы с приближенными величинами;
2. основные численные методы решения задач линейной алгебры;

3. методы приближения функций, включая методы интерполирования функций;
4. методы численного интегрирования и дифференцирования;
5. методы численного решения ОДУ и систем ОДУ;
6. методы решения задач математической физики;
7. методы решения интегральных уравнений;
8. методы нахождения экстремумов функций;

### Примеры тестовых заданий

Метод Ньютона применяется к нахождению приближенного решения уравнения  $f(x) \equiv x^2 - 2 = 0$ , взяв за начальное приближение  $x_0 = 1$ . Второе приближение  $x_2$  к решению этого уравнения и невязка  $r = f(x_2)$  равны

№да

$$x_2 = \frac{17}{12}, r = \frac{1}{144}$$

№нет

$$x_2 = \frac{7}{4}, r = \frac{3}{64}$$

№нет

$$x_2 = \frac{3}{2}, r = \frac{1}{4}$$

№нет

$$x_2 = \frac{280}{209}, r = \frac{7}{209}$$

№нет

$$x_2 = \frac{7}{3}, r = \frac{1}{81}$$

Последовательные приближения к решению уравнения  $f(x) = 0$  в методе Ньютона определяются по формулам:

№да

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n + \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f'(x_n)}{f(x_n)}$$

№нет

$$x_{n+1} = x_{n-1} + \frac{f(x_{n-1})}{f'(x_{n-1})}$$

**№нет**

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{2f'(x_n)}$$

Последовательные приближения к решению уравнения  $x = g(x)$  в методе простой итерации определяются по формулам:

**№да**

$$x_{n+1} = g(x_n)$$

**№нет**

$$x_{n+1} = x_n - g(x_n)$$

**№нет**

$$x_{n+1} = x_n - \frac{g(x_n)}{g'(x_n)}$$

**№нет**

$$x_{n+1} = x_n + g(x_n)$$

Выберите верные утверждения.

Метод Ньютона применяется к нахождению приближенного решения

уравнения  $f(x) = 0$ , взяв за начальное приближение  $x_0 = 1$ . Тогда  $x_1 = \frac{1}{2}$

является первым приближением к решению этого уравнения, если

**№да**

$$f(x) = 3x^2 + x - 2$$

**№да**

$$f(x) = 2x^3 + x - 1$$

**№нет**

$$f(x) = 4x^3 + x - 1$$

Выберите верные утверждения.

Метод простой итерации применяется к нахождению приближенного

решения уравнения  $x = g(x)$ , взяв за начальное приближение  $x_0 = 0$ . Тогда

$x_1 = \frac{1}{3}$  является первым приближением к решению этого уравнения, если

**№да**

$$g(x) = \frac{3x + \cos x}{x^2 + 3}$$

**№да**

$$f(x) = \frac{x + 2 + \sin 2x}{6 + x^2}$$

**№нет**

$$f(x) = \frac{x^2 + 2}{x^4 + 3}$$

Пусть  $x_0 = 0$  – начальное приближение методом Ньютона к решениям уравнений

1)  $3x^2 + x - 1 = 0$ ,

2)  $2x^3 + x - 2 = 0$ ,

3)  $x + \sin \pi x - 2 = 0$

Пусть  $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$  – первые приближения этим методом к решениям уравнений

1),2),3) соответственно. Расположите эти числа в порядке возрастания

**№да**

$\alpha_1$

**№да**

$\gamma_1$

**№да**

$\beta_1$

Пусть  $x_0 = 0$  – начальное приближение методом простой к решениям уравнений

1)  $x = \frac{3}{x^2 + 3}$ ,

2)  $x = \frac{1 + \sin \pi x}{2 + x^2}$ ,

3)  $x = \frac{x + 2}{x^2 + 3}$

Пусть  $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$  – первые приближения этим методом к решениям уравнений 1),2),3) соответственно. Расположите эти числа в порядке возрастания

**№да**

$\beta_1$

**№да**

$\gamma_1$

**№да**

$\alpha_1$

Второе приближение к решению уравнения  $x^3 + x - 3 = 0$  методом половинного деления отрезка  $[1;2]$  равно

№да

5

4

№нет

8

5

№нет

11

8

№нет

7

4

№нет

5

3

Выберите верные утверждения.

Число  $\frac{3}{4}$  является вторым приближением методом половинного деления

отрезка  $[0;1]$  к решению уравнения

№да

$$4x^2 + x - 3 = 0$$

№да

$$3x^2 + x - 2 = 0$$

№да

$$x^3 + x - 1 = 0$$

Расположить в порядке возрастания

первое, второе и третье приближения  $x_1, x_2, x_3$  к решению

уравнения  $x^3 + 4x - 1 = 0$  методом половинного деления отрезка  $[0,1]$

№да

$x_3$

№да

$x_2$

№да

$x_1$

Пусть вектор  $x^0 = (0; 0; 0)$  – начальное приближение к решению СЛАУ



$$\begin{cases} x_1 = -0.2x_1 - 0.2x_2 + 0.1x_3 + 2, \\ x_2 = 0.1x_1 + 0.1x_2 - 0.2x_3 + 1, \\ x_3 = 0.1x_1 - 0.1x_2 - 1 \end{cases}$$

методом простой итерации. Тогда второе приближение к решению данной СЛАУ имеет вид:

№да

$$(1,3; 1,5; -0,9)$$

№нет

$$(1,21; 1,82; -1.02)$$

№нет

$$(1,5; 1,3; -1.1)$$

№нет

$$(1,3; 1,2; -0,8)$$

Пусть вектор  $(0; 0; 0)$  – начальное приближение к решению СЛАУ

$$\begin{cases} x_1 = -0.2x_1 - 0.2x_2 + 0.1x_3 + 2, \\ x_2 = 0.1x_1 + 0.1x_2 - 0.2x_3 + 1, \\ x_3 = 0.1x_1 - 0.1x_2 - 1 \end{cases}$$

методом Зейделя. Тогда первое приближение к решению данной СЛАУ имеет вид:

№да

$$(2; 1,2; -0,92)$$

№нет

$$(2; 1,5; -0,85)$$

№нет

$$(2; 1,1; -1,12)$$

№нет

$$(1; 0,2; 1,1)$$

Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции  $f(x)$ , построенный по ее значениям в узлах  $x_0, x_1, \dots, x_n$ , имеет вид ...

№да

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_j) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_j - x_i}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_i}{x_j - x_i}$$

№нет

$$\sum_{i=0}^n f(x_i) \prod_{j \neq i} \frac{x - x_i}{x_i - x_j}$$

Для функции  $f(x) = (1 - 4x) \sin \pi x$  строится интерполяционный многочлен  $L_2(x)$  по ее значениям в узлах  $x_0 = 0$ ,  $x_1 = \frac{1}{4}$ ,  $x_2 = \frac{1}{2}$ . Его значение  $L_2\left(\frac{1}{8}\right)$  равно

...

№да

$$\frac{1}{8}$$

№нет

$$\frac{1}{6}$$

№нет

$$\frac{2}{15}$$

№нет

$$\frac{2}{17}$$

№нет

$$\frac{3}{122}$$

Пусть  $L_2(x)$ —интерполяционный многочлен для функции  $f(x) = x - 4x^3$  по ее значениям в узлах  $x_0 = 0$ ,  $x_1 = \frac{1}{2}$ ,  $x_2 = \frac{1}{4}$ . Выберите верные предложения

№да

$$L_2(x) = \frac{3x - 6x^2}{2}$$

№да

$$2L_2(x) + 6x^2 = 3x$$

№нет

$$L_2(x) = x^2 - 4x^4$$

№нет

$$x^2 - L_2(x) = 4x^4$$

№нет

$$L_2(x) = x - 4x^3$$

Пусть функция  $f(x)$  задана таблицей:

$x$	0	1	2
$f(x)$	1	0	3

Интерполяционный многочлен  $L_2(x)$  для этой функции имеет вид

№да

$$(2x - 1)(x - 1)$$

№нет

$$(x - 1)(x + 2)$$

№нет

$$2x^2 - x$$

№нет

$$(x - 1)x + 1$$

№нет

$$x^3 - x^2 + 1$$

Остаточный член интерполяционного многочлена Ньютона, построенного по значениям функции  $f(x)$  в узлах  $x_0, x_1, \dots, x_n$  имеет вид

№да

$$f(x; x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_0) \dots (x - x_n)$$

№нет

$$f(x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_0) \dots (x - x_n)$$

№нет

$$f(x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_n)^n$$

№нет

$$f(x_0; x_1; \dots; x_n)(x - x_0)^n$$

№нет

$$\frac{f^{(n)}(\xi)}{n!} (x - x_0) \dots (x - x_n)$$

Выберите неверные предложения.

№да

для каждой функции  $f(x)$  существует единственный интерполяционный многочлен степени  $n$  по значениям  $f(x)$  во всех  $n$  заданных различных узлах

№да

для каждой функции  $f(x)$  существуют два различные интерполяционные многочлены степени не выше  $n$  по значениям  $f(x)$  во всех  $n$  заданных различных узлах

№нет

для каждой функции  $f(x)$  существует единственный интерполяционный многочлен степени не выше  $n - 1$  по значениям  $f(x)$  во всех  $n$  заданных различных узлах

№нет

Значения функции  $f(x)$  и интерполяционного многочлена должны совпадать всех  $n$  заданных узлах

Пусть  $x_i = x_0 + ih, i \in Z, h > 0$ . Формула численного дифференцирования второго порядка точности для первой производной имеет вид:

№да

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - f(x_{-1})}{2h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - f(x_0)}{h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - f(x_{-1})}{h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_1) - 2f(x_0) + f(x_{-1}))}{h}$$

№нет

$$f'(x_0) \approx \frac{2f(x_1) - f(x_0)}{h}$$

Квадратурная формула трапеций имеет вид:

№да

$$\int_a^b f(x) dx \approx h \left[ \frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=1}^{N-1} f(a + ih) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \sum_{i=0}^N f(a + ih)$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \left[ \frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=0}^{N-1} f(a + ih) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{2} \left[ f(a) + f(b) + 2 \sum_{i=0}^N f(a + ih) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{2} \left[ f(a) + f(b) + \sum_{i=0}^{N-1} f(a + ih) \right]$$

Пусть В- значение интеграла  $A = \int_0^1 x |1 - 2x| dx$ , вычисленного по квадратурной

формуле трапеций, разбив отрезок интегрирования на две равные части. Тогда  $|B - A| =$   
...

№да

0

№нет

$\frac{1}{10}$

№нет

$\frac{1}{8}$

№нет

$\frac{3}{20}$

Значение интеграла  $\int_0^1 x^2 |1 - 2x| dx$ , вычисленного по квадратурной формуле трапеций,

разбив отрезок интегрирования на две равные части, равно ...

№да

$\frac{1}{4}$

№нет

$$\frac{2}{5}$$

№нет

$$\frac{3}{11}$$

№нет

$$\frac{3}{15}$$

Пусть  $h = \frac{b-a}{2}$  – шаг интегрирования. Простейшая квадратурная формула Симпсона имеет вид:

№да

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left[ f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left[ f(a) - 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left[ f(a) - 2f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{6} \left[ f(a) - 2f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

№нет

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \left[ f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

Значение интеграла  $\int_{-1/2}^{1/2} |x| dx$ , вычисленного по простейшей квадратурной формуле Симпсона, равно ...

№да

$\frac{1}{6}$

№нет

$\frac{1}{5}$

№нет

$\frac{1}{4}$

№нет

$\frac{3}{8}$

Пусть  $y(x)$  – решение задачи Коши: 
$$\begin{cases} y' = \frac{y-2x}{1+y^2} + 2, \\ y(0) = 0. \end{cases}$$

Значение  $y(0,3)$ , вычисленное методом Эйлера с шагом  $h = 0.1$ , равно...

№да

0,6

№нет

0,4

№нет

0,3

№нет

0,2

№нет

-0,4

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

**Лекции - Текущий контроль** включает:

- посещение занятий     10     бал.

- активное участие на лекциях \_\_\_\_\_ 15\_\_ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум \_\_\_\_\_ 60\_\_ бал.
- и др. (доклады, рефераты) \_\_\_\_\_ 15\_\_ бал.

**Практика (р/з) - Текущий контроль** включает:  
(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий \_\_\_\_\_ 10\_\_ бал.
- активное участие на практических занятиях \_\_\_\_\_ 15\_\_ бал.
- выполнение домашних работ \_\_\_\_\_ 15\_\_ бал.
- выполнение самостоятельных работ \_\_\_\_\_ 20\_\_ бал.
- выполнение контрольных работ \_\_\_\_\_ 40\_\_ бал.

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Бахвалов Н. С. Численные методы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков - М. МГУ: БИНОМ. Лаборатория знаний , 2006. - 636 с.
2. Волков Е. А. Численные методы [Текст]: учеб. пособие / Е. А. Волков - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 248 с.
3. Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2009. – 366 с.
4. Махмутов М. М. Лекции по численным методам [Электронный ресурс] / М.М. Махмутов - Москва, Ижевск: 2007. — 237 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16558.html>

### **Дополнительная литература**

1. Вержбицкий В. М. Основы численных методов [Текст]: учебник для вузов / В. М. Вержбицкий - 2-е изд. переработанное - М. : Высш. шк., 2005. - 840с.
2. Фаддеев М. А. Основные методы вычислительной математики [Текст]: учеб. пособие / М. А. Фаддеев, К. А. Марков. - СПб. : Лань, 2008. – 154 с.
3. Турчак Л. И. Основы численных методов : учеб. пособие / Л. И. Турчак, П.В. Плотников. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 2003. - 300 с.
4. Формалев В.Д. Численные методы [Текст]: учеб. пособие / В.Д. Формалев, Д. Л. Ревизников -М.: Физматлит, 2004. - 400 с.
5. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике [Текст]: учеб. пособие в 2-х ч. / Х. Гулд, Ян Тобочник ; пер. с англ. А.Н. Полюдова, В.А. Панченко. - М.: Мир, 1990. - 748 с.
6. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ю. Ю. Тарасевич - 4-е изд., испр. - М. : Едиториал УРСС, 2004. – 148 с



7. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 2-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. – 479 с.
8. Семенов М.Е. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Е. Семенов, Н.Н. Некрасова - Воронеж: ВГАСУ - 94 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72919.html>
9. Шевченко Г.И. Численные методы [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г.И. Шевченко, Т.А. Куликова - Ставрополь: СКФУ, 2016. - 107 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62885.html>
10. Пименов В.Г. Численные методы. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников.- Екатеринбург: УФУ, 2014. - 108 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68411.html>

#### **10.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
7. Полнотекстовая база данных научных и учебных изданий преподавателей ДГУ. [elib.dgu.ru](http://elib.dgu.ru)

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины представлено в программе курса, кроме того, для проведения лекций целесообразно использовать презентации, копии которых можно использовать в качестве конспектов и примеров техники программирования в разных парадигмах.

**Перечень** учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

**Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

- Аудиторный класс.
- Компьютерный класс.
- Ноутбук, мультимедиа проектор для презентаций, экран.